

①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 43 03 984 C 1

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**C 01 F 5/40**  
C 05 D 5/00  
// B 01 J 2/30

②① Aktenzeichen: P 43 03 984.7-41  
②② Anmeldetag: 11. 2. 93  
④③ Offenlegungstag: —  
④⑤ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 3. 3. 94

DE 43 03 984 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:  
Kali und Salz AG, 34119 Kassel, DE

⑦② Erfinder:  
Löblich, Karl-Richard, Dr., 3013 Barsinghausen, DE;  
Schröder, Michael, 3163 Sehnde, DE; Schrumpf,  
Frank, Dr., 6400 Fulda, DE; Werthmann, Rainer, Dr.,  
3500 Kassel, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE	37 07 785 C1
DE	36 18 058 C1
DE	31 48 404 C2
DE	27 48 152 C3

⑤④ Verfahren zur Herstellung von granuliertem Kieserit

⑤⑦ Kieserit ( $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) wird mit einem Gemisch anorgani-  
scher Substanzen granuliert, wobei insbesondere Dinatrium-  
tetraborat zum Einsatz kommt.

DE 43 03 984 C 1

## Beschreibung

Kieserit ist als Magnesiumsulfat-monohydrat wegen seiner Wasserlöslichkeit ein besonders schnell wirkender Magnesiumdünger, der anderen Magnesiumträgern auf Böden mit einem pH über 7 deutlich überlegen ist. Auf sulfatarmen Böden ist sein Schwefelgehalt von zusätzlicher Bedeutung. Moderne Düngetechniken erfordern granulierte Dünger mit einem Kornspektrum von 2 bis 4 mm mit einem Hauptanteil von 2,5 bis 3,5 mm. Da die Granalien auf ihrem Weg von der Herstellung bis zum Acker mehrfacher mechanischer Beanspruchung ausgesetzt sind, wird eine hohe mechanische Festigkeit verlangt.

Zur Überführung des bei der Gewinnung zu feinkörnig anfallenden Kieserits in eine marktgerechte granuliert Form sind bereits mehrere Verfahren vorgeschlagen worden. Diese gliedern sich in zwei Gruppen: Einmal die Vorschläge zur Preßgranulierung von Kieserit, und zum anderen Vorschläge zur Rollgranulierung. Die beiden Gruppen unterscheiden sich grundsätzlich. Deshalb wirkt ein Hilfsmittel, das die Form und die Stabilität der Granalien, welche nach einem Verfahren der einen Gruppe hergestellt werden, nicht zwangsläufig auch bei der Granulierung nach einem Verfahren der anderen Gruppe verbessernd.

Bei der Preßgranulierung wird das Granuliertgut zwischen gegenläufig rotierenden Walzen verdichtet, die mit hohem Druck gegeneinandergeschoben werden. Dieses Verfahren bewährt sich bei der Granulierung von Alkalichloriden. Die Kristallgitterebenen dieser Verbindungen weisen eine Verschiebbarkeit auf, die eine Druckplastizität zur Folge hat.

Dadurch fließen die Primärteilchen beim Pressen zu einer kompakten Masse, der bretterartigen Schülpe, zusammen. Diese wird einer Brech-Sieb-Vorrichtung zur Gewinnung der Granalien mit gewünschter Korngröße zugeführt. Beim Kieserit ist diese Verschiebbarkeit der Gitterebene in den Kristallbruchstücken der Primärteilchen nicht gegeben. Deshalb zerplatzen die Primärteilchen beim Pressen in der Walzenpresse. Es entstehen zwar hoch verdichtete Schülpen, die jedoch sehr leicht zu Staub zerfallen.

Den Zerfall der Kieseritschülpen zu Staub zu verhindern, hat der Vorschlag der DE-PS 31 48 404 zum Gegenstand. Danach wird der Kieserit vor der Aufgabe auf die Walzenpresse mit einer Lösung befeuchtet, welche Walze des Kaliums und/oder des Natriums mit den Anionen Sulfat, Carbonat, Silikat, Phosphat, Hydrogenphosphat oder Tetraborat enthalten. Das aus den Schülpen gewinnbare Granulat befriedigte jedoch nicht vollkommen. Deshalb wurde Rollverfahren in der Folgezeit der Vorzug gegeben.

Bei den Rollverfahren erfolgt die erste Verdichtung der Granuliermasse im wesentlichen nicht durch äußeren Druck, sondern durch Kapillarkräfte, welche die zwischen die Primärteilchen ziehende Granulierflüssigkeit auf diese ausübt. Die rollende Bewegung der Masse in einer rotierenden Trommel bzw. auf einem schräg gestellten rotierenden Teller bewirkt sekundär Druck- und Scherkräfte, welche die sich verdichtende Masse zerteilen und zu mehr oder weniger kugelförmigen Granalien, den Grünpellets, ausformen.

Für die Granulierung in der Rolltrommel wird das Granuliertgut vor dem Rollen in einem Mischer mit der Granulierflüssigkeit vorbefeuchtet. Dagegen wird bei der sogenannten Aufbaugranulierung auf dem Granulierteller das Gut kontinuierlich trocken aufgegeben und während des Rollens besprüht. Bei diesem Verfahren wirken die Kapillar- und die mechanischen Kräfte bei der Ausformung der Grünpellets simultan. Da der schräggestellte Granulierteller einen erhöhten Rand aufweist, kommt es im unteren Tellerbereich zur Ausbildung eines bewegten Granulatbettes, in welchem die größeren Grünpellets aufschwimmen und so am ehesten die Chance haben, über den Tellerrand hinweg ausgetragen zu werden. Deshalb hat das Tellergranulat ein engeres Kornspektrum als das Trommelgranulat.

Die Grünpellets haben einen so hohen Gehalt an Feuchte, daß sie nicht ohne die Gefahr des Zusammenwachsens lagerbar sind. Der Kieserit lagert langsam das zunächst freie Wasser unter Bildung höherer Hydrate des Magnesiumsulfates an. Diese höheren Hydrate tragen zur Kornverfestigung bei. Damit die Hydratkristalle jedoch nicht kornübergreifend wachsen können, muß die Wassermenge in den Grünpellets durch partielle Trocknung begrenzt werden. Diese Trocknung stellt jedoch eine mechanische und thermische Beanspruchung der Granalien dar. Es muß also eine ausreichende mechanische Festigkeit der Grünpellets beim Eintritt in den Trockner gegeben sein.

Die Festigkeit der Grünpellets wird nicht nur durch die Kapillarkräfte bewirkt, die entscheidend zu ihrem Aufbau beigetragen haben, sondern auch durch die schon bei der Befeuchtung einsetzende Hydratation des Kieserits.

Da beim Rollverfahren in der Trommel der Kieserit schon vor der Formgebung angefeuchtet wird, würde ein Teil der Verfestigungswirkung durch eine zu schnelle Hydratation verloren gehen.

Deshalb wird in der DE-PS 36 18 058 vorgeschlagen, der Kieseritmischung lösliche und/oder leicht kolloid lösliche Substanzen aus der Klasse der Mono-, Di- und Polysaccharide und/oder deren einfachen hydrophilen Derivate zuzusetzen. Dieser Vorschlag hat sich bei der Trommelgranulierung mit Vorbefeuchtung bewährt, nicht hingegen bei der Aufbaugranulierung auf dem Granulierteller.

Ähnliches gilt für den Vorschlag der DE-PS 37 07 785, in der wäßrigen Phosphatlösungen der Kieseritmischung zugesetzt werden. Allerdings ist die Lagerbarkeit der Produkte, die nach den beiden zuletzt genannten Vorschlägen hergestellt werden, bei Luftfeuchten über 60% nicht voll befriedigend.

In der DE-PS 27 48 152 wird vorgeschlagen, dem Kieserit 1 bis 10% Ammoniumsulfat als Granulierhilfsmittel zuzugeben. Man entnimmt der Beschreibung, daß erst ab 2% Ammoniumsulfat im Granulat eine deutliche Wirkung auf die Abriebfestigkeit erkennbar ist. Das Produkt würde bei Ammoniumsulfatgehalten oberhalb 1% einen Stickstoffgehalt aufweisen, der ein Ausbringen dieses Magnesiumdüngers im Herbst und Winter verbieten würde. Unterhalb 1% Zusatzmenge ist jedoch das Ammoniumsulfat in einem Verfahren nach DE-PS 27 48 152 wirkungslos.

Deshalb stellt sich die Aufgabe, nach Granulierhilfsmitteln zu suchen, die schon in geringer Dosierung wirksam sind. Von besonderem Vorteil wären solche, die in allen Rollverfahren einsetzbar sind.

Da Borax gemäß DE-PS 31 48 404 eine gewisse Wirkung bei der Preßgranulierung von Kieserit gezeigt hatte, wurde dieser Hilfsstoff auch versuchsweise in der Rollgranulierung eingesetzt. Dabei zeigte sich, daß eine gewisse Kornverfestigende Wirkung aber erst bei Zusätzen über 2% einsetzte. Ein so hoher Boraxzusatz ergibt einen Borgehalt über 0,2% im Produkt, so daß dieses nicht mehr bedenkenlos zur Düngung borempfindlicher Pflanzen verwendet werden kann. Für eine breite Anwendung muß der Borgehalt über 0,1% sein.

Überraschenderweise steigt die kornfestigende Wirkung des Borax an, wenn man dem Kieserit auch noch einen Zucker, z. B. Saccharose, zusetzt. Dennoch gelingt es nicht, den Boraxzusatz deutlicher unter 2% zu senken, um noch eine ausreichende Kornfeste zu erreichen. Fügt man jedoch eine deutlich unter 1% liegende Menge Ammoniumsulfat hinzu, wird es möglich, auch den Boraxzusatz sogar deutlich unter 1% herabzusetzen und dabei eine beträchtliche Kornverfestigung zu erzielen. Diese überraschenden synergistischen Effekte machen das Wesen der Erfindung aus.

Bei der weiteren Ausarbeitung des erfindungsgemäßen Granulierverfahrens für Kieserit wurde eine Steigerung der Abriebfeste der Granalien erreicht, wenn die Dosierung der Hilfsstoffe so gewählt wurde, daß das Produkt 0,2 bis 0,7% eines Mono- oder Disaccharids, 0,5 bis 0,9% Ammoniumsulfat, -chlorid, -dihydrogenphosphat oder -hydrogenphosphat und 0,25 bis 0,45% wasserfrei gerechnetes Dinatriumtetraborat enthält.

Das Verfahren der Erfindung hat sich als anwendbar sowohl bei der Trommelgranulierung mit Vorbefeuchtung als auch bei der Aufbaugranulierung auf dem Granulierteller erwiesen. Wenn die Vorbefeuchtung angewendet wird, können alle Komponenten sowohl in fester als auch gelöster Form der Kieseritmischung zugesetzt werden. Bei der Aufbaugranulierung ist die trockene Zugabe wegen der kurzen Einwirkzeit der aufgespritzten Granulierflüssigkeit nur dann möglich, wenn die Hilfsstoffe staubfein vorliegen.

Die zu granulierende Kieseritmischung besteht aus Kieserit-Frischgut und aus Rückgut. Die Frischgutzufuhr pro Zeiteinheit in die Granuliertrommel entspricht der Gutkornausfuhr. Die Rückgutzufuhr entspricht der pro Zeiteinheit anfallenden Fehlkornmenge. Das Kieserit-Frischgut ist eine Mischung von groberem Kieserit und staubfein gemahlenem Kieserit. Die Hilfsstoffzugabemenge zur Gesamtmischung aus Frisch- und Rückgut wird stets auf die Frischgutmenge bezogen. Dadurch wird sichergestellt, daß die gewünschten Hilfsstoffgehalte im Produkt auch bei betriebsbedingten Schwankungen des Frischgut/Rückgutverhältnisses weder unter- noch überschritten werden. Die Befeuchtung der Kieseritmischung erfolgt beim Trommelverfahren vor der Granulierung, bei der Aufbaugranulierung erst während des Granulierens.

Das Verfahren der Erfindung ermöglicht überraschend gegenüber den anderen beschriebenen Verfahren eine kräftige Absenkung der nach dem Trocknen der Granalien zur Nachhärtung durch Ausreifen erforderlichen Restfeuchte.

Diese beträgt bei der bis jetzt angewendeten Aufbaugranulierung für Kieserit 3 bis 4% und bei dem Produktionsverfahren, das gemäß DE-PS 36 18 058 durchgeführt wird, 1,8 bis 2,5%.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird die Restfeuchte durch Trocknen auf 0,5 bis 2,0% eingestellt.

Die Restfeuchte stellt das für die Nachhärtung durch die Bildung höherer Magnesiumsulfathydrate erforderliche Wasser zur Verfügung. Die Endhärte des Kieseritgranulats stellt sich erst nach mehrtägiger Lagerung ein. Erst danach ist das Granulat bisher ein verkaufsfähiges Produkt. Dies bedeutet aber, daß die auf Restfeuchte getrockneten Granalien um so weicher sind, je höher die Restfeuchte sein muß, um auf eine ausreichende Endhärte zu kommen.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ergibt die hierbei mögliche schärfere Durchtrocknung auf 0,7 bis 1,5% Restfeuchte ein Granulat, dessen Festigkeit schon beim Verlassen des Trockners nicht allzu weit vom Wert der Endfestigkeit entfernt liegt. Dies bedingt, daß die Festigkeit beim Trocknungsprozeß schnell ansteigt, so daß die Kornzerstörung beim Trocknen und beim anschließenden Aussieben der verkaufsfähigen Kornfraktion (Gutkorn) gegenüber den bisher ausgeübten Verfahren deutlicher zurückgeht, also weniger zurückzuführendes Fehlkorn anfällt.

Im Verfahren der Erfindung können als Zuckerkomponente Glukose, Fructose, Saccharose, Lactose, aber auch Pentosen in reiner Form oder als Abfallprodukte eingesetzt werden.

Hinsichtlich des Aufbaus der Grünpellets bei der Aufbaugranulierung hat sich Melasse als Zuckerträger bewährt. Diese hat auch einen günstigen Einfluß auf den Flüssigkeitsbedarf beim Granulieren. Die verringerte Grünfeuchte verringert die Trocknungskosten. Das Dinatriumtetraborat wird sowohl wasserfrei als auch als Dekahydrat = Borax eingesetzt. Allerdings vermindert Melasse die Lagerstabilität der Kieseritgranalien beim Lagern bei einer relativen Luftfeuchte über 60%. Dem kann erfindungsgemäß durch einen Zusatz von feinteiliger Stärke entgegengewirkt werden.

die Melassedosierung wird in den Grenzen 0,5 bis 1,5% und die der Stärke zwischen 0,2 bis 0,5%, bezogen auf das Frischgut, gewählt. Die Beschreibung wird durch folgende Tabellen ergänzt.

Tabelle 1 gibt den Stand der Technik wieder. Darin bedeutet T1 Verfahren gemäß DE-PS 36 18 058, T2 Aufbaugranulierung.

Tabelle 2 stellt Beispiele für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens vor. Die Qualitätskennzahlen wurden an einer ausgesiebten Kornfraktion von 2,0 bis 2,5 mm bestimmt.

Tabelle 1: Zum Stand der Technik

Kennzeichen	Produkt aus Verfahren	Restfeuchte	Herstfeste (N/Korn)				Abrieb (%)					
			sofort	1d	10d	30d	geschlossene Lagerung			offene Lagerung		
							1d	10d	30d	1d	10d	30d
T1	Lactose, Trommelverf.	1,9	6	12	15	16	8	5	3	8	6	7
T2	Aufbaugranulierung	3,5	2	7	11	13	18	13	10	17	14	12

Tabelle 2: Zum vorgeschlagenen Verfahren

E 1	0,6 % Ammonsulfat; 0,5 % Borax; 0,2 % Glukose	Hilfestoffe fest zugeben; dann Mischungsvorfeuchtung
E 2	0,8 % Ammonsulfat; 0,6 % Borax; 0,7 % Saccharose	
E 3	0,5 % Ammonsulfat; 0,6 % Borax; 0,4 % Lactose	
E 4	0,5 % Ammondihydrogenphosphat; 0,5 % Borax; 0,4 % Lactose	
E 5	0,8 % Ammonsulfat; 0,7 % Borax; 1,5 % Melasse	Hilfestoffe als Lösung in der Aufbaugranulierung
E 6	0,8 % Ammonsulfat; 0,7 % Borax; 1,5 % Melasse; 0,5 % Weizenstärke	
E 7	0,8 % Ammonsulfat; 0,7 % Borax; 0,7 % Melasse; 0,3 % Weizenstärke	

Tabelle 2: Verfahren der Erfindung

Kennzeichen	Restfeuchte (%)	Berstfeste (N/korn)				Abrieb (%)					
		sofort	1d	10d	30d	geschlossene Lagerung		offene Lagerung		1d	30d
E 1	0,8	10	11	11	12	9	7	8	8	6	6
E 2	0,9	13	14	15	15	8	6	8	7	4	4
E 3	0,9	11	12	13	13	2	2	2	3	4	4
E 4	1,0	10	10	10	11	6	5	5	5	5	5
E 5	0,8	9	8	7	8	2	2	2	6	7	7
E 6	1,2	14	12	10	12	2	1	2	1	2	2
E 7	1,0	11	12	18	21	1	1	1	1	1	1

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von granuliertem Kieserit durch Granulieren eines gegebenenfalls vorbe-  
feuchteten Aufgabeguts aus Kieserit mit einer mittleren Korngröße von 0,3 bis 0,4 mm, aus staubfein  
gemahlenem Kieserit mit einer mittleren Korngröße von 0,02 bis 0,04 mm und aus dem rückgeführten  
Fehl Korn auf einem Granulierteller oder in einer Granuliertrommel unter Zusatz von Wasser, von Granu-  
lierungshilfsmitteln in Form von Sacchariden, und von anorganischen Ammoniumsalzen und Phosphaten,

durch Trocknen der so erhaltenen Grundpellets bis zur erforderlichen Restfeuchte, durch Aussieben der Grünpellets und durch Ausführen der verkaufsfähigen Kornfraktion und durch Rückführen des Fehlkorns, gegebenenfalls nach Mahlung, **dadurch gekennzeichnet**, daß dem Aufgabegut, bezogen auf den Anteil ohne rückgeführtes Fehlkorn, 0,2 bis 0,7% eines Mono- oder Disaccharids, 0,5 bis 0,9% Ammoniumsulfat, 5 Ammoniumchlorid, Ammoniumdihydrogenphosphat oder Ammoniumhydrogenphosphat und 0,25 bis 0,45% wasserfrei gerechnetes Dinatriumtetraborat in dem Wasser gelöst oder vor dem Zusatz des Wassers in feinteiliger Form trocken zugegeben und die Grünpellets auf eine Restfeuchte von 0,5 bis 2,0% getrocknet werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Dinatriumtetraborat in Form seines Dekahydrates Borax in einer Menge von 0,5 bis 0,8%, bezogen auf das Aufgabegut ohne rückgeführtes Fehlkorn, zugegeben und die Grünpellets auf eine Restfeuchte von 0,7 bis 1,5% getrocknet werden. 10

3. Verfahren nach Ansprüchen 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Disaccharid in Form von Melasse mit 40- bis 50%igem Zuckergehalt in einer Menge von 0,5 bis 1,5% zusammen mit 0,2 bis 0,5% Stärke, bezogen auf das Aufgabegut ohne rückgeführtes Fehlkorn, zugegeben werden. 15